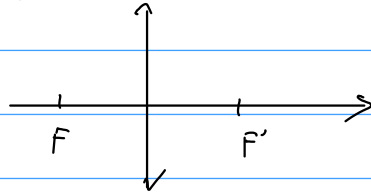


S1 - La loupe

Loupe : lentille convergente $f' > 0$ avec $f' \ll d_{\text{dm}}$



1. Position de l'image et de l'objet

1/ Objet réel $\Leftrightarrow \overline{OA} \leq 0$

L'image d'un objet réel doit être droite donc $\gamma > 0$.

Où $\gamma = \frac{\overline{OA}}{\overline{OA'}}$ donc $\overline{OA'} \leq 0$: l'image formée par la loupe est virtuelle

2/ Position de A par rapport à F ? Comparons \overline{OA} et \overline{OF} .

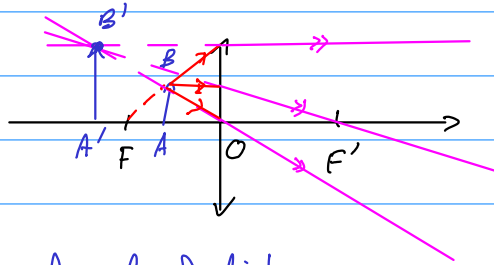
Relation de conjugaison : $-\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'}$

$$\Leftrightarrow -\frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} - \frac{1}{\overline{OA'}}$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{\overline{OA}} \geq -\frac{1}{\overline{OF}} \quad (f' = -\overline{OF})$$

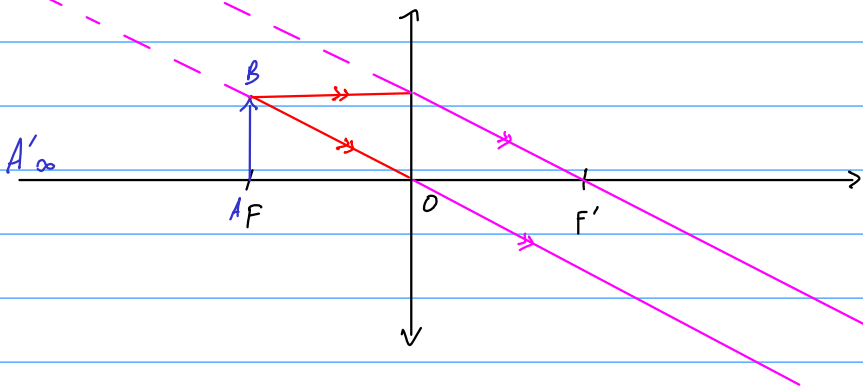
$$\Leftrightarrow \overline{OA} \geq \overline{OF}$$

Finalement : $0 \geq \overline{OA} \geq \overline{OF}$ donc A est entre O et F.



3/ Image à l' $\infty \Leftrightarrow$ objet dans le plan focal objet

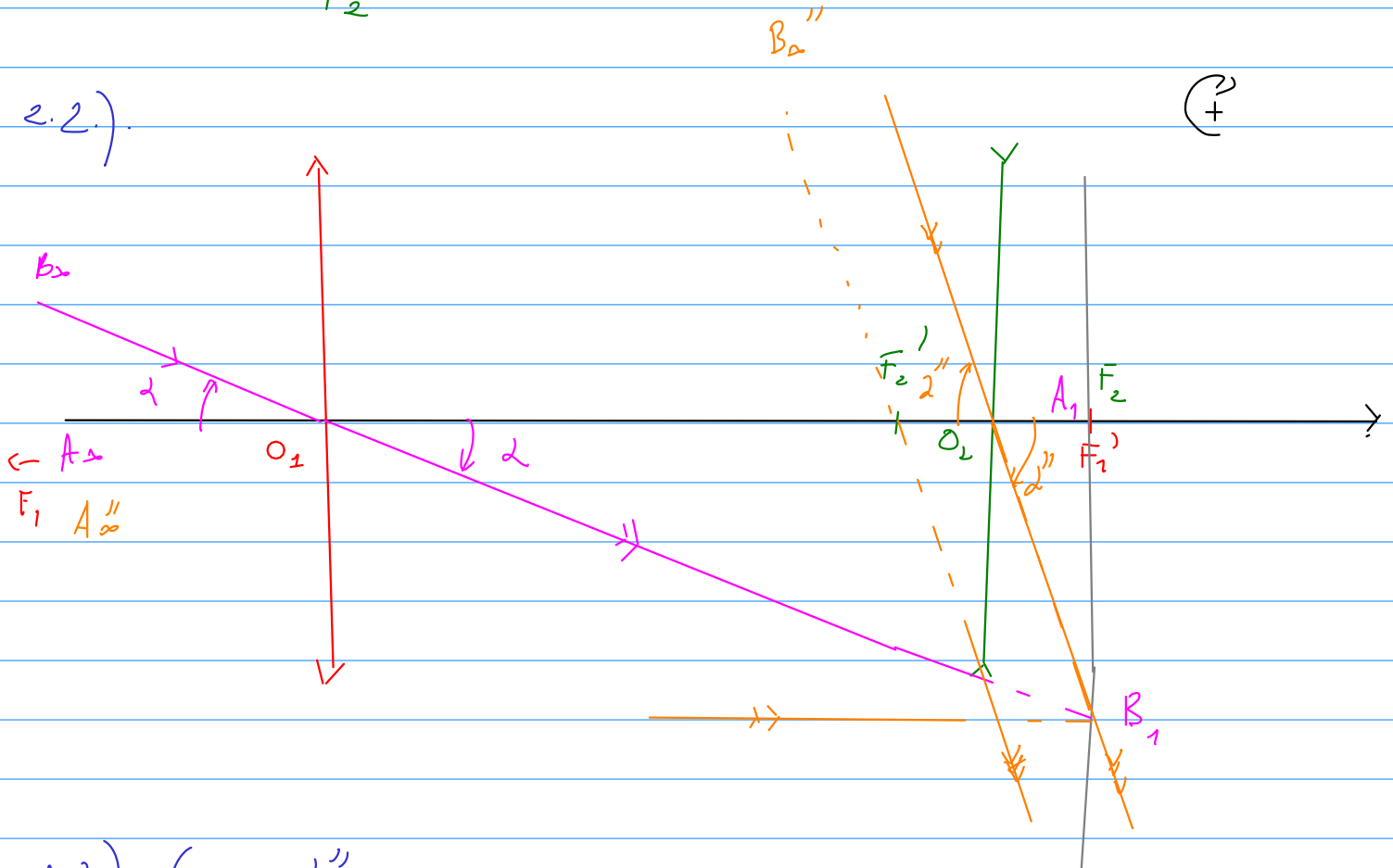
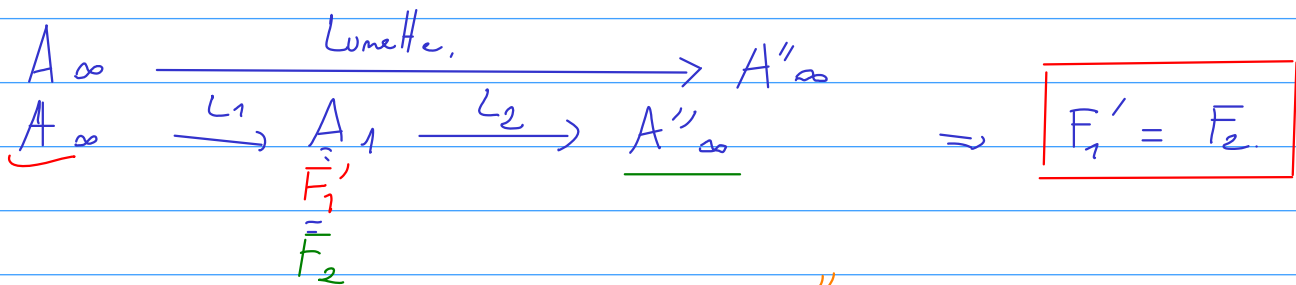
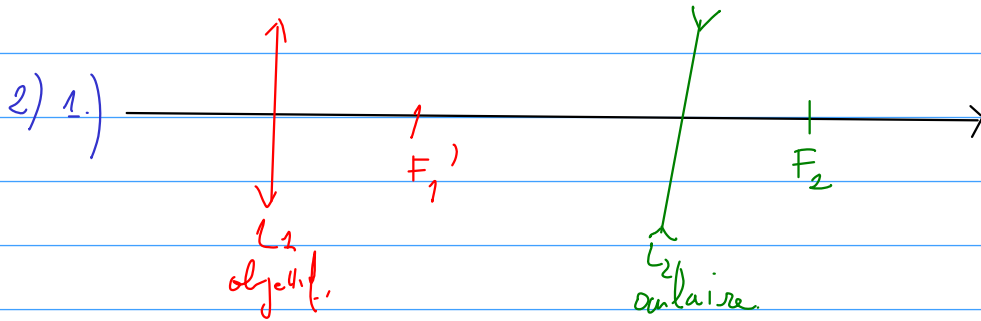
4/ B'_{∞}



L'image est virtuelle à l'infini.

37 - Lunette afocale

1) Objectif : $V_1 = 1 \text{ D} > 0$ donc lentille convergente, $f_1' = \frac{1}{V_1} = 1 \text{ m}$
 Oculaire : $V_2 = -50 \text{ D} < 0$ donc lentille divergente, $f_2' = \frac{1}{V_2} = -2 \text{ cm}$



2.3.) $G = \frac{d''}{d}$

d'' ? $\tan d'' = -\frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{O_2 F_2}} = -\frac{\overline{A_1 B_1}}{-f_2'} = +V_2 \overline{A_1 B_1} \approx d''$

d ? $\tan d = -\frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{O_1 F_1'}} = -\frac{\overline{A_1 B_1}}{f_1'} = -V_1 \overline{A_1 B_1} \approx d$

$$G = -\frac{V_2 \overline{A_2 B_1}}{V_1 \overline{A_1 B_2}} \Leftrightarrow$$

$$G = -\frac{V_2}{V_1}$$

A.N. $G \approx 50 > 0$
 > 1

3) Grande tache rouge de Jupiter visible avec la lunette ?

Visible si $\alpha'' > \varepsilon$
diamètre apparent \uparrow de la tache rouge \uparrow résolution angulaire de l'œil

avec $\varepsilon = 3 \times 10^{-4}$ rad

$$\alpha'' = G d$$

avec $\alpha \approx \tan \alpha = \frac{L}{d}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{taille de la tache} \\ \text{distance Terre - Jupiter} \end{array} \right.$

$$\alpha'' = \frac{G L}{d}$$

A.N. : $\alpha'' \approx \frac{5 \times 10 \times 10^7}{6 \times 10^{11}} \approx 10^{-3}$ rad.

D'où $\alpha'' \approx 3 \times \varepsilon$: visible mais limite,

2. Grossissement de la loupe

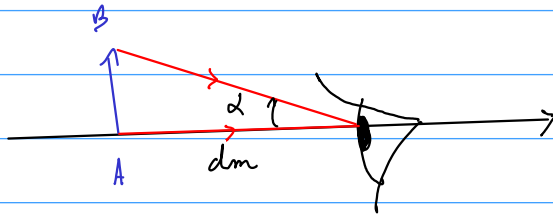
$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

α ← diamètre apparent de l'image formée par la loupe
 α' ← diamètre apparent de l'objet situé au P.P.
 ≡ le plus grand diamètre apparent à l'œil nu.

1. Résolution angulaire de l'œil sain: $\epsilon \sim 3 \times 10^{-4}$ rad

Distance œil - P.P. $d_m \sim 25$ cm

Taille du plus petit détail discernable à l'œil nu l_{min} ?



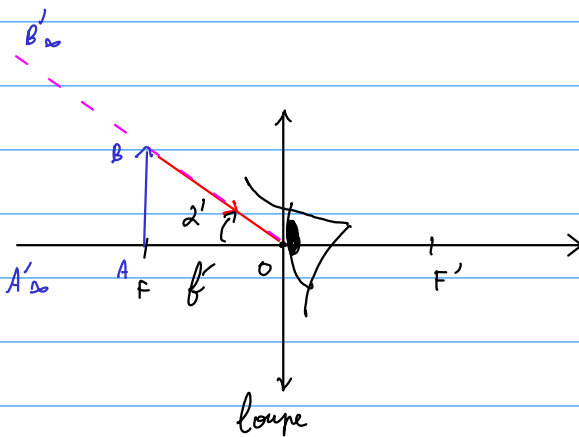
$$\tan \alpha = \frac{AB}{d_m}$$

$\alpha = \epsilon$
 $|AB| = l_{min}$

alors $\tan \epsilon = \frac{l_{min}}{d_m} \Leftrightarrow l_{min} = d_m \tan \epsilon$

A.N.: $l_{min} = 75 \mu\text{m} \sim \frac{1}{10}$ mm
 cohérent avec l'expérience
 quotidienne

2. α' ?



$$\tan \alpha' = \frac{A'B'}{A'd}$$

Rem: tout se passe comme si on pouvait voir net un objet à la distance f' de son œil.
 On comprend pourquoi il faut $f' \ll d_m$

On a donc: $\tan \alpha = \frac{AB}{d_m} \approx \alpha$ en supposant α petit

$\tan \alpha' = \frac{A'B'}{f'} \approx \alpha'$ en supposant α' petit

Alors: $G = \frac{\alpha'}{\alpha} \Leftrightarrow G \approx \frac{d_m}{f'}$

G est d'autant plus élevée que d_m est grand et devant f'

3. A.N. $V = 20 \times \Rightarrow G = d_m V = 5$

4. Plus petit détail discernable. Il faut $\alpha' = \epsilon \Leftrightarrow G \alpha = \epsilon$

ou $\tan \alpha \approx \alpha = \frac{AB}{d_m}$ et $\tan \epsilon \approx \epsilon = \frac{l_{min}}{d_m}$

$$\Rightarrow \frac{AB}{G} = \frac{l_{min}}{G}$$

A.N. $AB = 15 \mu\text{m}$

) Voir figures précédentes

S2 - Lunettes de Galilée

1. Objectif : $V_1 = 5\delta \Leftrightarrow f'_1 = \frac{1}{V_1} = 20 \text{ cm} > 0$: lentille convergente.

Oculaire : $V_2 = -20\delta \Leftrightarrow f'_2 = \frac{1}{V_2} = -5 \text{ cm} < 0$: lentille divergente

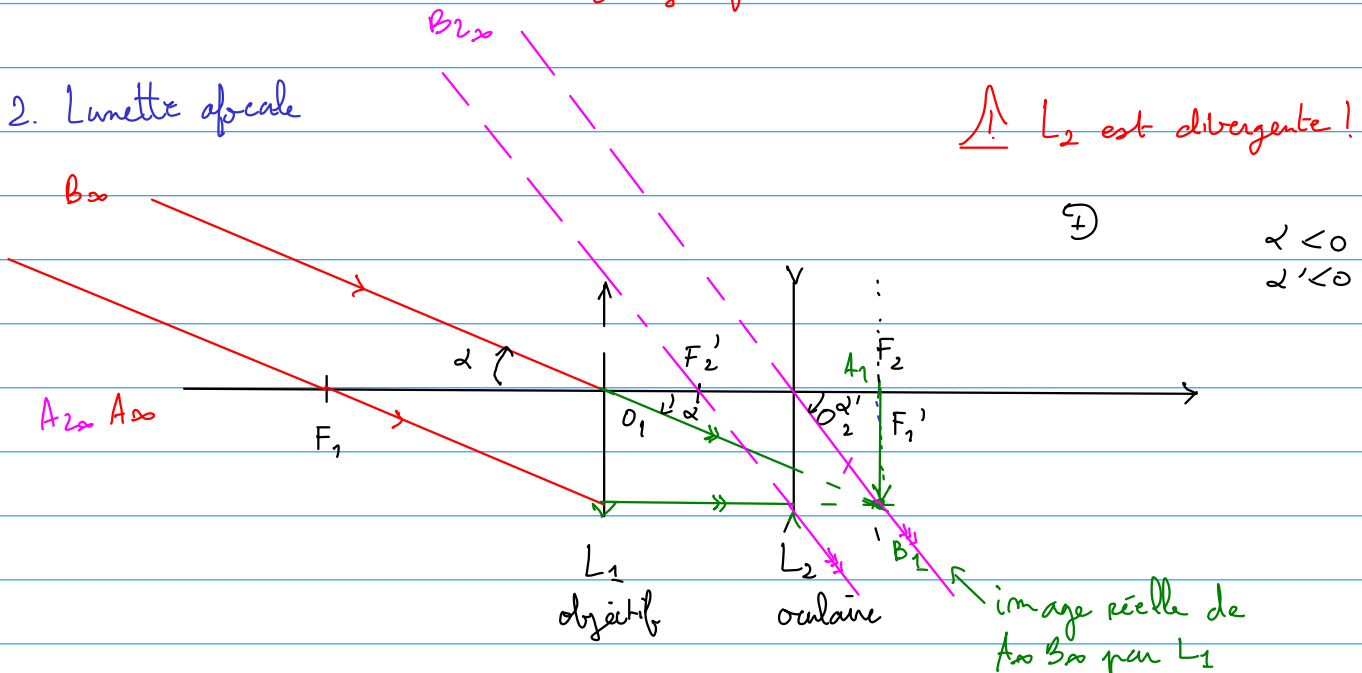
2.1. Le foyer image F' est l'image par la lunette d'un pt objet A_∞ à l'infini sur l'axe optique.

$$A_\infty \xrightarrow{L_1} F'_2 \xrightarrow{L_2} F'_1 \quad \text{ou par définition} \quad F_2 \xrightarrow{L_2} A_{2\infty}$$

$A_\infty \xrightarrow{\text{lunette}} A_{2\infty}$

On en déduit : $F'_1 \equiv F_2$ Le foyer principal objet de l'oculaire est confondu avec le foyer principal image de l'objectif

2.2. Lunette afocale



① On construit l'image $A_1 B_1$ de $A_\infty B_\infty$ par l'objectif L_1

② On construit l'image $A_{2\infty} B_{2\infty}$ de $A_1 B_1$ par l'oculaire L_2

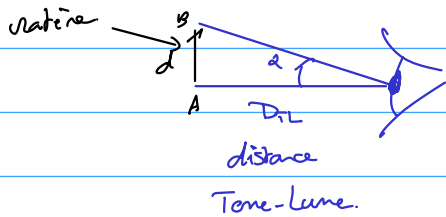
2.3. Grossissement de la lunette.

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} \leftarrow \begin{array}{l} \text{diamètre apparent de } A_{2\infty} B_{2\infty} \\ \text{diamètre apparent de } A_\infty B_\infty \text{ à l'œil nu.} \end{array}$$

$$\tan \alpha = \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{O_1 F'_1}} \approx \alpha \quad \text{et} \quad \tan \alpha' = \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{O_2 F_2}} \approx \alpha' \quad \Rightarrow \quad G \approx \frac{\overline{O_1 F'_1}}{\overline{O_2 F_2}} \Leftrightarrow G \approx -\frac{V_2}{V_1}$$

A.N. : $G \approx 4$ Lunette grossie dans une boîte de céréales probablement !

S.1. Comparons le diamètre apparent des cratères au pouvoir de résolution de l'œil $\varepsilon \approx 3 \times 10^{-4}$ rad.



$$\tan \alpha \approx \alpha = \frac{d}{D_{TL}}$$

A.N. : $d_{TL} = 3,8 \times 10^8$ m

Copernic : $d = 36$ km = $3,6 \times 10^4$ m.

$\Rightarrow \alpha = 9,5 \times 10^{-4}$ rad $< \varepsilon$.

Le cratère de Copernic est indiscernable à l'œil nu.

Clavius : $d = 240$ km

$\Rightarrow \alpha = 6,3 \times 10^{-4}$ rad $\approx \varepsilon$

Le cratère de Clavius est à peine discernable.

À la lunette, c'est le diamètre apparent α' du cratère qu'il faut comparer à ε . Avec $\alpha' = 6\alpha$:

Copernic : $\alpha' = 10 \times 10^{-4}$ rad $> \varepsilon$

Clavius : $\alpha' = 25,2 \times 10^{-4}$ rad $> \varepsilon$

} les deux cratères sont discernables.

S.2. Transit de Vénus. Même raisonnement avec d et α' les diamètres apparents de Vénus à l'œil nu et à la lunette :

$$\alpha = \tan \alpha = \frac{D_V}{d_{TV}}$$

$$\alpha' = 6\alpha$$

A.N. : $D_V = 1,2150 \times 10^7$ m

$d_{TV} = 4,5 \times 10^{10}$ m

$\Rightarrow \alpha = 2,7 \times 10^{-4}$ rad $< \varepsilon$

$\alpha' = 6\alpha = 16,2 \times 10^{-4}$ rad $> \varepsilon$

Le transit est discernable à la lunette.